

【特許請求の範囲】

【請求項1】 前後一对の第1板ばねにより基台上に振動可能に支持される作業質量体と、該作業質量体と前後一对の第2板ばねにより結合される対向質量手段と、各前記第2板ばねの少なくとも一面に貼着される圧電素子とを備え、前記圧電素子に交流電圧を印加して前記第2板ばねに曲げ振動を行わせることにより、前記作業質量体を振動させて、該作業質量体上で物体を搬送させるようにした圧電駆動型振動フィーダにおいて、前記対向質量手段は単一の対向質量体であって、前記第2板ばねの各一端部に固定されていることを特徴とする圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項2】 前記第1板ばねの全ばね常数は前記第2板ばねの全ばね常数より充分に小さく、防振ばねとして働くことを特徴とする請求項1に記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項3】 前記第1板ばねは、水平に対し所定角度傾斜して配設されることを特徴とする請求項1又は2に記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項4】 前記第2板ばねは垂直に配設されることを特徴とする請求項3に記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項5】 前記作業質量体は直線的なトラフであることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項6】 前記作業質量体又は前記対向質量体の振動変位、速度及び加速度のいずれかを検出する振動検出手段を設け、該振動検出手段の検出出力に基づいて前記圧電素子に印加する交流電圧の周波数を前記作業質量体が第2板ばねのばね定数と作業質量体の質量と、対向質量体の質量とで決まる固有振動数で共振振動するように調整したことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項7】 前記振動検出手段は、前記第1又は第2板ばねに近接して配設された近接センサであることを特徴とする請求項6に記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項8】 等角度間隔で配設された複数の第1板ばねにより基台上にねじり振動可能に支持される作業質量体と、該作業質量体と等角度間隔で配設された複数の第2板ばねにより結合される対向質量手段と、各前記第2板ばねの少なくとも一面に貼着される圧電素子とを備え、前記圧電素子に交流電圧を印加して前記第2板ばねに曲げ振動を行わせることにより、前記作業質量体をねじり振動させて、該作業質量体上で物体を搬送させるようにした圧電駆動型振動フィーダにおいて、前記対向質量手段は単一の対向質量体であって、前記第2板ばねの各一端部に固定されていることを特徴とする圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項9】 前記複数の第1板ばねの全ばね常数は前記第2板ばねの全ばね常数より充分に小さく、防振ばね

として働くことを特徴とする請求項8に記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項10】 前記第1板ばねは、水平に対し所定角度傾斜して配設されることを特徴とする請求項8又は9に記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項11】 前記第2板ばねは垂直に配設されることを特徴とする請求項10に記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項12】 前記作業質量体はスパイラル状のトラックを有するわん状容器であることを特徴とする請求項8～11のいずれかに記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項13】 前記作業質量体又は前記対向質量体の振動変位、速度及び加速度のいずれかを検出する振動検出手段を設け、該振動検出手段の検出出力に基づいて前記圧電素子に印加する交流電圧の周波数を前記作業質量体が第2板ばねのばね定数と作業質量体の質量と、対向質量体の質量とで決まる固有振動数で共振振動するように調整したことを特徴とする請求項8～12のいずれかに記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【請求項14】 前記振動検出手段は、前記第1又は第2板ばねに近接して配設された近接センサであることを特徴とする請求項13に記載の圧電駆動型振動フィーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電駆動型振動フィーダに関する。

【0002】

【従来の技術】この種の圧電駆動型振動フィーダとしては、特許第2762211号に、図5に示すような装置が開示されている。搬送体（同明細書で用いている用語を使う。以下、同様）5は、前後一对の垂直なばね鋼で成る搬送体支持体8により支持されており、この下端部は基台3に固定されている。基台3は、前後でその高さが異なる。すなわち台形状である。従って、搬送体支持体8のばねとして働く長さは前後で異なる。搬送体5の下面には、前後一对の加振体9が固定されており、これは弾性板2の両面に圧電素子1を貼着してなるものである。いわゆるバイモルフ構造である。この弾性板2の下端に、質量の異なる質量体7、7が取り付けられている。搬送体5上で搬送部品6を矢印で示す方向に搬送したいのであるが、圧電素子1に交流電圧を印加すると、各弾性板2の両面に貼着された圧電素子1の伸縮運動により、搬送体5は斜め方向に振動して公知のように搬送部品6を矢印方向に移送するものである。

【0003】然るに、このような圧電駆動型振動フィーダにおいては、質量体7、7が弾性板2の下端に固定されており、弾性板2の根元で搬送体5に固定されているために、この固定点のまわりに矢印で示すような回転運動を行う。これによって搬送体5は回転運動を生じると

し、その運動は極めて複雑なものとなるであろう。また、共通の交流電圧を印加するものであるから、各質量体 7、7 の質量が異なるため、弾性板 2 のばね定数が同一であるとしても、これら 2 つの振動系の共振周波数が異なる。従って、質量体 7、7 の振幅は異なり、また振動変位はそれに印加される交流電圧との位相差も異なる。これにより更に搬送体 5 は複雑な振動をするであろう。これでは、搬送体 5 の全域に亘って、滑らかな搬送作用を得ることはできないと思われる。

【0004】図 6 は第 2 の従来例の圧電駆動型振動フィーダを示すが、これは特許第 1634515 号に開示されている。トラフ 11 の下面に固定された板ばね取り付けブロック 12 の両端には、傾斜配設された前後一對の板ばね 13 a、13 b の一端部がボルト b により固定されており、この下端部は板ばね取り付けブロック 14 a、14 b により下方の圧電素子取り付け板ばね 15 a、15 b の上端に固定され、この下端部は基台 17 に固定されている。板ばね 15 a、15 b の両面には圧電素子 16 a、16 a' 及び 16 b、16 b' が貼着されている。これらに交流電圧が印加され、板ばね 15 a、15 b の曲げ運動が得られる。トラフ 11 は上方の板ばね 13 a、13 b により振動の増幅作用を行うのであるが、本従来例でも防振構造が設けられておらず、従って、下方の板ばね 15 a、15 b の下端部から基台 17 にはトラフ 11 の振動による反力あるいは板ばね 15 a、15 b の曲げ反力が直接伝えられ、従って共通の設置台 Q に取り付けられている他の同様な振動機械に悪影響を及ぼすのみならず、床を伝わる反力により騒音が生ずる。これに対処するためには図 7 に示すような防振構造が考えられる。なお、図において図 6 に対応する部分については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。すなわち、本防振構造を有する圧電駆動型振動フィーダによれば、基台 17 の下方に防振ブロック 18 が取り付けられており、これが設置基台 19 と前後一對のばね定数の小さい防振ばね 20 a、20 b により結合されている。この構成により、基台 17 に伝達される振動反力は、防振ばね 20 a、20 b のたわみにより設置基台 19 にはほとんど伝達しない。然し、このような構成では全体の高さが大きくなる。これではこの近傍に配設される他機器との取り扱い関係や、本装置の安定性を欠くという問題が生ずる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の問題に鑑みてなされ、作業質量体全域に亘って安定な振動を行わせ、かつ設置台又は基台への反力を装置全体の高さを大きくせずに防止することができる圧電駆動型振動フィーダを提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】以上の課題は、前後一對の第 1 板ばねにより基台上に振動可能に支持される作業

質量体と、該作業質量体と前後一對の第 2 板ばねにより結合される対向質量手段と、各前記第 2 板ばねの少なくとも一面に貼着される圧電素子とを備え、前記圧電素子に交流電圧を印加して前記第 2 板ばねに曲げ振動を行わせることにより、前記作業質量体を振動させて、該作業質量体上で物体を搬送させるようにした圧電駆動型振動フィーダにおいて、前記対向質量手段は単一の対向質量体であって、前記第 2 板ばねの各一端部に固定されていることを特徴とする圧電駆動型振動フィーダ、又は等角度間隔で配設された複数の第 1 板ばねにより基台上にねじり振動可能に支持される作業質量体と、該作業質量体と等角度間隔で配設された複数の第 2 板ばねにより結合される対向質量手段と、各前記第 2 板ばねの少なくとも一面に貼着される圧電素子とを備え、前記圧電素子に交流電圧を印加して前記第 2 板ばねに曲げ振動を行わせることにより、前記作業質量体をねじり振動させて、該作業質量体上で物体を搬送させるようにした圧電駆動型振動フィーダにおいて、前記対向質量手段は単一の対向質量体であって、前記第 2 板ばねの各一端部に固定されていることを特徴とする圧電駆動型振動フィーダ、によって解決される。

【0007】以上の構成によって、振動フィーダ全体の高さを大きくすることなく、基台への反力の伝達を防止することができ、また、作業質量体としてのトラフ、又はわん状容器の振動を安定にして被搬送物の搬送を円滑に行うことができる。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第 1 の実施の形態について図 1 を参照して説明する。

【0009】図 1 において圧電駆動型振動フィーダ 50 において、トラフ 51 は基台 52 と前後一對の傾斜配設された板ばね 53 a、53 b によって結合されている。なお、板ばね 53 a、53 b の上端部はトラフ 51 と一体的な板ばね取り付けブロック 54 に固定され、これを介してトラフ 51 はこれら板ばね 53 a、53 b の長手方向に対してほぼ垂直方向に振動可能に支持されている。

【0010】板ばね取り付けブロック 54 の下面には、ほぼ逆 L 字形の一對の板ばね 55 a、55 b がボルト b により固定されており、これら板ばね 55 a、55 b の両面に圧電素子 56 a、56 a' 及び 56 b、56 b' が貼着されている。そして本発明によれば、共通の対向質量体 57 が一對の板ばね 55 a、55 b の下端部にボルト b によって固定されている。各圧電素子 56 a、56 a' 及び 56 b、56 b' には増幅回路 61 からの交流電圧が電線路 62 を介して両面において 180° 位相反転させて印加される。また、後方の板ばね 53 b の下端部に対向するように近接センサ 59 がセンサ取付板 58 の先端部に取り付けられており、この下端部はスペーサ s を介してボルト b により板ばね 53 b を介在

させて基台52に固定されている。近接センサ59の検出出力は、電線路64を介して制御回路60に供給されており、これには更に増幅回路61の出力が電線路63を介して供給されている。

【0011】制御器60は、図10に示すように主として位相検出回路及び可変周波数電源を備えており、位相検出回路の一方の入力端子に上記の近接センサ59の検出出力が供給され、他方の入力端子には上記増幅回路61の出力が供給される。この位相差検出回路の位相検出出力に基づいて、可変周波数電源の周波数が調節され、この出力は増幅器61で増幅されて、圧電素子56a、56a'及び56b、56b'に印加される。振動工学上、明らかなように、振動変位と力、すなわち印加交流電圧との位相差が90°になると共振状態となる。

【0012】以上、本発明の実施の形態の構成について説明したが、次にこの作用について説明する。

【0013】増幅器61から交流電圧が板ばね55a、55bに貼着された圧電素子56a、56a'及び56b、56b'に印加される。これにより板ばね55a、55bは曲げ振動を行い、共通の対向質量体57をトラフ51とは相反する方向に振動させる。トラフ51は前後一対の板ばね53a、53bが傾斜配設されているために、これとほぼ垂直方向に振動を行い、トラフ51上を、図示しない被搬送物体が滑らかに図において左方向に搬送される。対向質量体57は板ばね55a、55bの下端部に介在し、これらにボルトbで固定されていないので、トラフ51を従来技術のように回転させる力を発生することはない。トラフ51は板ばね53a、53bの傾斜方向に規制されて、全域にわたって、この傾斜方向にほぼ直角方向に振動する。

【0014】図8Aは本発明の実施の形態の振動系をモデル化して示すが、 m_1 は対向質量体57の質量、 m_2 はトラフ51の質量（板ばね取付ブロック54の質量を含むものとする）、 k_1 は対向質量体57とトラフ51とを結合する板ばね55a、55bの全ばね常数、及び k_2 はトラフ51を基台52上で振動可能に支持する板ばね53a、53bの全ばね常数、 c_1 、 c_2 は対向質量体57とトラフ51との間に働く粘性係数、及びトラフ51と基台52との間に働く粘性係数及びFは対向質量体57とトラフ51との間で働くアクチュエータ、すなわち交流電圧が印加される圧電素子56a、56a'、56b、56b'である。

【0015】図8Bは図6に示す従来例の振動系をモデル化して示すが、 m_1 は作業質量体であるトラフ11（板ばね取付ブロック12を含む）の質量、 m_2 は板ばね取付ブロック14a、14bの全質量、 k_1 は補助板ばね13a、13bの全ばね常数、 k_2 は駆動用板ばね15a、15bの全ばね常数、 C_1 、 C_2 はそれぞれ質量 m_1 と m_2 との間及び質量 m_2 と基台17との間の粘性係数、及びFは板ばね取付ブロック14a、14b

（質量 m_2 ）と基台17との間で働くアクチュエータ、すなわち交流電圧が印加される圧電素子16a、16a'、16b、16b'である。このようなモデルで微分方程式をたてると以下のA、Bとなる。

$$A: m_1 (dx_1^2 / dt^2) + c_1 (dx_1 / dt - dx_2 / dt) + k_1 (x_1 - x_2) = F$$

$$m_2 (dx_2^2 / dt^2) + c_1 (dx_2 / dt - dx_1 / dt) + c_2 (dx_2 / dt) + k_1 (x_2 - x_1) + k_2 x_2 = -F$$

$$B: m_1 (dx_1^2 / dt^2) + c_1 (dx_1 / dt - dx_2 / dt) + k_1 (x_1 - x_2) = 0$$

$$m_2 (dx_2^2 / dt^2) + c_1 (dx_2 / dt - dx_1 / dt) + c_2 (dx_2 / dt) + k_1 (x_2 - x_1) + k_2 x_2 = F$$

また、いずれのモデルに対しても基台52または3に伝わる反力、すなわち床反力 F_R は以下のCとなる。

$$C: F_R = c_2 (dx_2 / dt) + k_2 x_2$$

これを解いてシミュレーションした結果が図9A、Bで示される。Aはトラフ振幅（dB）と周波数Hzとの関係（各周波数でのアクチュエータFからトラフの振幅までの伝達関数）を示すが、本発明の実施の形態ではaのように変化し、従来装置（図6）ではbのように変化する。駆動周波数fでは同一のトラフ振幅とされている。Bは床（基台）反力と周波数との関係（各周波数でのアクチュエータFから床反力までの伝達関数）を示すが、同一の駆動周波数fではグラフa'、b'で示すように本発明の実施の形態の方が約30dB低い。このように、本発明の実施の形態では大幅に床反力を小さくすることができる。また、振動フィーダの全高は従来例の図7に比べ大幅に小さい。よって周辺機器との取り合わせや安定性などではるかに優れたものとなる。なお、対向質量体57の上面にはブロックAが固定されているが、これは対向質量 m_1 の一部を成すものであり、対向質量57全体の重量を大とする。これによりトラフ51の振幅を対向質量体57に比べてより大きくすることができる。すなわち、 $x_2 = m_1 / m_2 \cdot x_1$ と近似されるので、 m_1 を大とすれば、トラフの振幅 x_2 を大とすることができる。上記実施の形態では、近接センサ69の検出出力により振動系を共振状態で振動させるようにしたが、このような制御は行わず、商用電源の電圧をそのまま用いることにして、この追加の質量Aの調節により共振状態に近づけるようにしてもよい。

【0016】図2は本発明の第2の実施の形態による圧電駆動型振動フィーダを示すが、本実施の形態においては、駆動用板ばね66は平板状で垂直に配設され、その上端部は板ばね取付ブロック54'に形成した凹所の垂直壁部にボルトbにより固定されている。その他については第1の実施の形態と同様であり、同様な作用、効果を奏するものである。本実施の形態では、駆動用板ばね66の取り付けが第1の実施の形態より簡単である。ま

た、板ばね66の加工も簡単である。

【0017】図3は本発明の第3の実施の形態による圧電駆動型振動フィーダ70を示す。このフィーダは、いわゆる振動パーツフィーダの機種に属するものである。わん状の容器（ボウルとも言う）71内には、公知のようにスパイラル状のトラックが形成されている。底部には、板ばね取付ブロック72が固定されており、これは基台73と等角度間隔（本実施の形態では90°間隔）に配設された十分にばね常数の小さい板ばね74（4枚）により結合されている。これは、防振ばねとして働くものである。板ばね取付ブロック72の下方には、本発明に関わるねじり振動駆動部80が配設されているが、これを図4について説明すると、等角度間隔（90°間隔）に配設されている断面略L形状の駆動板ばね81の上端部は板ばね取付ブロック72にボルトにより固定されている。また、この駆動板ばね81の下端部には十字形状の対向質量体83が固定されており、駆動板ばね81の両面にはそれぞれ圧電素子82a、82bが貼着されている。これらには図1と同様に増幅器からの交流電圧が両面で180°位相を反転させて印加されている。本実施の形態では、圧電素子82a、82bに交流電圧を印加すると、それぞれの駆動板ばね81に曲げ運動が生じ、これによりこの外周側に配設された板ばね74により所望の方向のねじり振動をボウル71に行わせる。これによりボウル71内のスパイラル状のトラックに沿って被搬送物は円滑に搬送されるものである。

【0018】本実施の形態においても、共通の対向質量体83を駆動板ばね81の下端部に固定させた構成をとっているため、従来のような2個の対向質量体の回転運動により作業質量体であるボウル71に本来のねじり振動の他に回転運動を生じることがなく、一様なねじり振動を行ってボウル71内のトラック上の被搬送物の搬送を円滑なものとする。更に外周側に配設されたばね常数の小さい傾斜配設された板ばね74により、ボウル71の振動反力は基台73側に伝達することが防止される。この振動系のボウル71のねじり振動の振幅、及び基台73への反力も図9A、Bと同様であり、従来と比べると大幅に床反力を小さくすることができる。なお、この振動系の場合には、従来は基台73の下方に円筒状のゴム体を数個配設するか、コイルばねを配設することにより防振をおこなっていたが、これに比べると高さを減少させることができる。

【0019】以上、本発明の実施の形態について説明したが、勿論、本発明はこれらに限定されることなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形が可能である。

【0020】例えば以上の第1、第2の実施の形態においては、駆動板ばね55a、55bは垂直に配設され、防振板ばね53a、53bは傾斜して配設されたが、これを逆にして駆動板ばねを傾斜して配設し、防振板ばねを垂直に配設してもよい。

【0021】また以上の実施の形態では、駆動板ばね55a、55bの両面に圧電素子を貼着し、これらに位相を180°ずらして交流電圧を印加させたが、これに代えて一面にのみ圧電素子を貼着してもよい。勿論、両面に貼着した場合のほうが駆動力は大となる。また、一面に複数枚の圧電素子を貼着させるようにしてもよい。

【0022】更にこの一面に2枚以上の圧電素子を貼着してもよい。この場合には、それぞれの圧電素子に位相が同じ交流電圧を印加するようにすればよい。

【0023】また以上の第1の実施の形態では、作業質量体としてトラフを例示したが、上述したように被搬送体をただ搬送するのみならず、トラフ内にスクリーンを張設して一端上方から供給されるふるい分け材料をスクリーン上で運びながらふるい上とふるい下とで分離する作業質量体にも、本発明は適用可能である。

【0024】また第1の実施の形態では、防振用の前後一対の板ばね53a、53bの一方の下端部に近接して近接センサ59を設け、この検出力に基づいて振動系を共振振動するようにしたが、他の位置に設けるようにしてもよい。例えば、前方の防振用板ばね53aに近接して設けてもよく、あるいは駆動用板ばね55a、55b、あるいはトラフ51又は対向質量体57に近接して近接センサを設けてもセンサ出力信号の位相が反転しないように設置すれば同じ制御回路でトラフを共振振動させることができる。

【0025】また第3の発明の実施の形態の振動パーツフィーダでは、防振用の傾斜板ばね74を90°間隔で4枚配設し、これに対応して駆動板ばね81の方も90°間隔で4枚用いるようにしたが、これは4枚に限定されることなく、2枚でもよく、あるいは3枚、5枚以上であってもよい。また、駆動用板ばね81の枚数は防振用板ばね74と同じでなくてもよく、防振用板ばね74の数より大であっても小であってもよい。

【0026】また以上の実施の形態では、近接センサの検出力により、振動系を共振振動数で駆動するようにしたが、このような制御を用いることなく、商用電源で駆動するようにしてもよい。この場合、追加質量Aをほぼ共振振動するように調整するようにしてもよい。

【0027】

【発明の効果】以上述べたように本発明の圧電駆動型振動フィーダによれば、装置高さを低くして、床反力を小さくし、また作業質量体、例えばトラフやボウルの振動を所望通りの一様な振動とし、じょう乱となるような回転運動を生ずることはなく、被搬送物の搬送を円滑なものとする。ことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による圧電駆動型振動フィーダの側面図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態による圧電駆動型振動フィーダの側面図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態による圧電駆動型振動パーツフィーダの側面図である。

【図4】同振動パーツフィーダの駆動部の斜視図である。

【図5】第1の従来例の圧電駆動型振動フィーダの側面図である。

【図6】第2の従来例の圧電駆動型振動フィーダの側面図である。

【図7】第3の従来例の圧電駆動型振動フィーダの側面図である。

【図8】振動系のモデルを示すもので、Aは本発明の実施の形態による振動系のモデル、Bは第2の従来例の振動系のモデルを示す。

【図9】本発明の実施の形態及び従来例の各振動系の伝達関数を示し、Aは周波数対トラフ振幅の伝達関数を示すグラフ、Bは床反力対周波数の伝達関数を示すグラフである。

【図10】図1の制御回路60のブロック図を示す。

【符号の説明】

50 圧電駆動型振動フィーダ

51 トラフ

53 基台

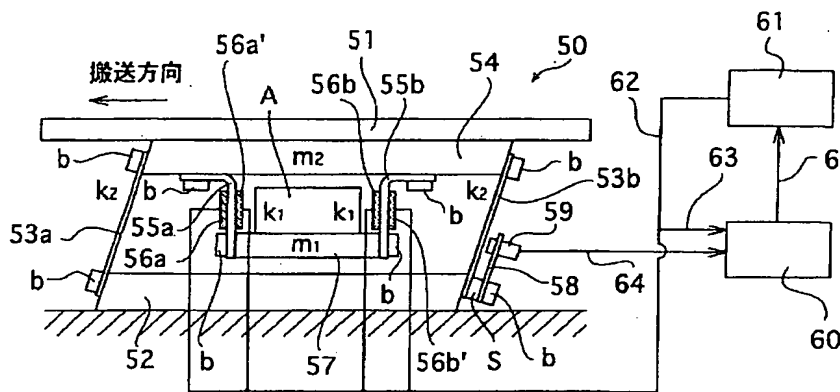
10 53a、53b 駆動用板ばね

55a、55b 板ばね

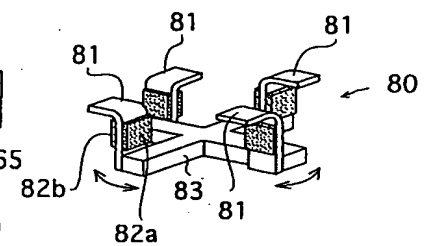
56a、56a'、56b、56b' 圧電素子

57 対向質量

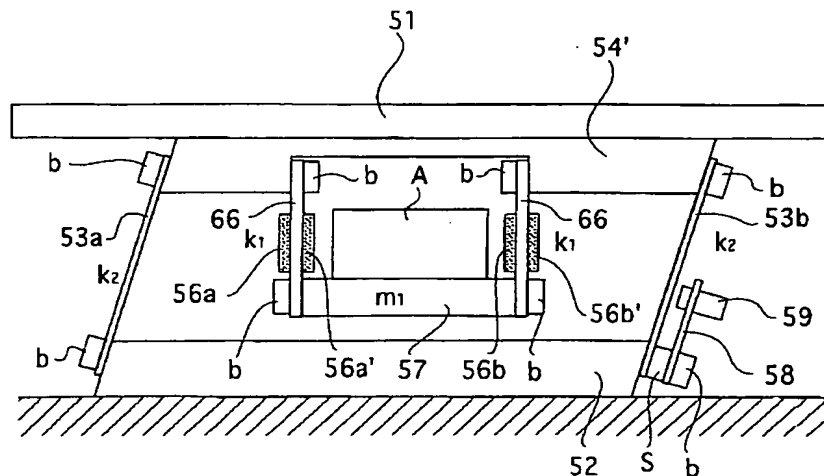
【図1】



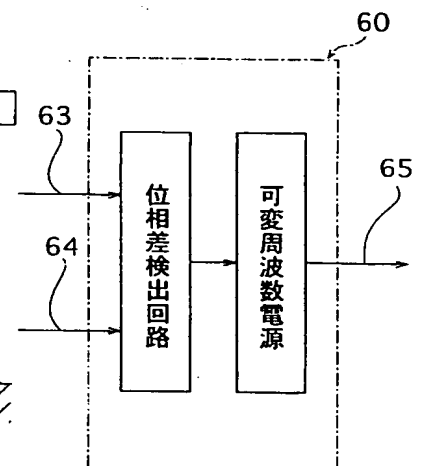
【図4】



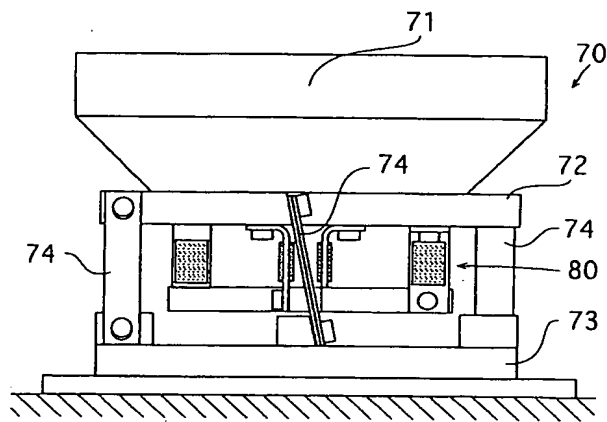
【図2】



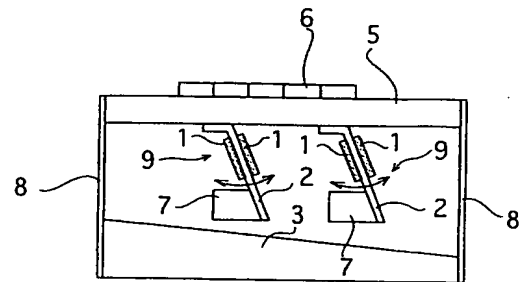
【図10】



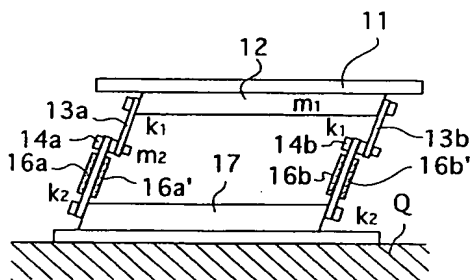
【図3】



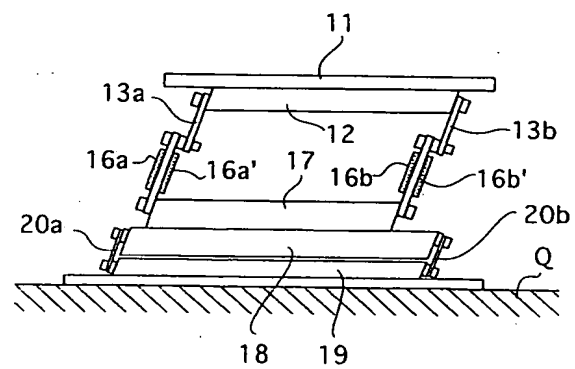
【図5】



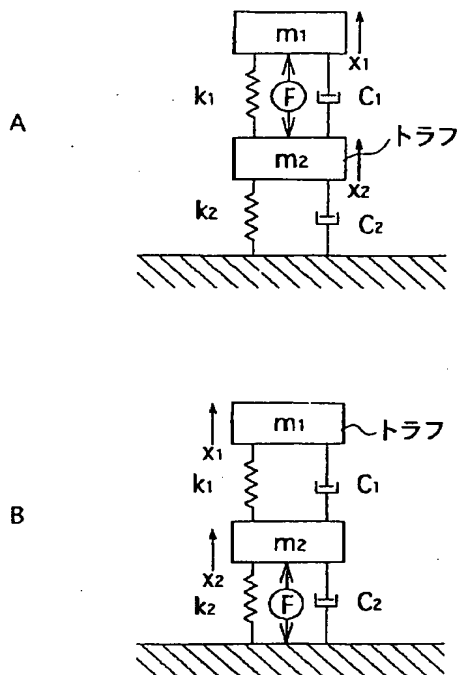
【図6】



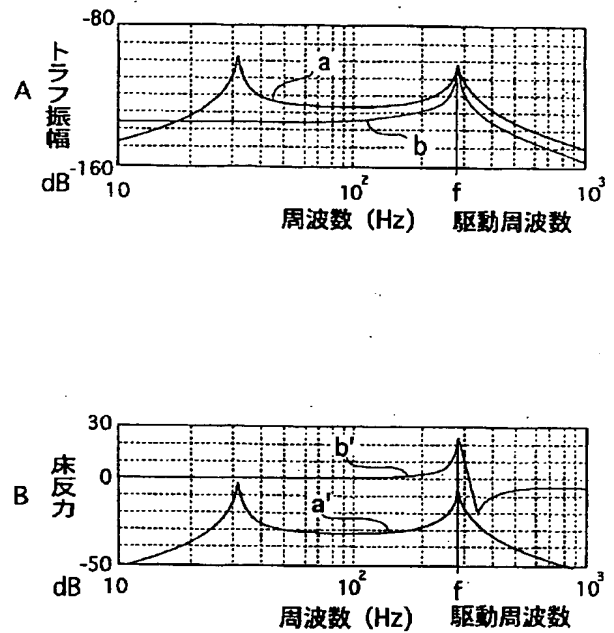
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72) 発明者 齋藤 伸浩
 三重県伊勢市竹ヶ鼻町100 神鋼電機株式
 会社伊勢事業所内
 (72) 発明者 佐藤 雄志
 三重県伊勢市竹ヶ鼻町100 神鋼電機株式
 会社伊勢事業所内

(72) 発明者 木村 哲行
 三重県伊勢市竹ヶ鼻町100 神鋼電機株式
 会社伊勢事業所内
 (72) 発明者 村岸 恭次
 三重県伊勢市竹ヶ鼻町100 神鋼電機株式
 会社伊勢事業所内

F ターム(参考) 3F037 BA03 BA07 CA14 CB03 CB05